



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

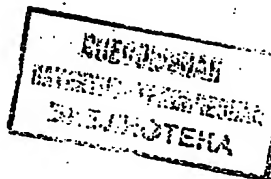
(19) SU (11) 1689768 A1

(51) G 01 J 3/46

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

(21) 4629839/25

(22) 30.12.88

(46) 07.11.91.Бюл. № 41

(72) В.В.Привезенцев и А.Г.Щетинин

(53) 535.6(088.8)

(56) Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. М.: Мир, 1978, с.236-244.

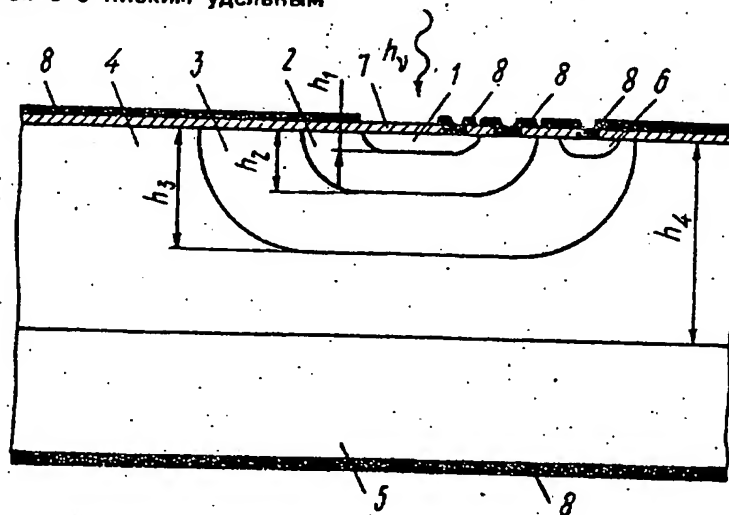
H. Cato et al. A new integrated transducer for colour distinction. - Journal of physics E: Scientific Instruments, 1976, v.E 9, № 12, p.1070-1072.

(54) КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК

(57) Изобретение относится к устройствам для измерения цвета, в частности к фотоэлектрическим трехцветным колориметрам. Целью изобретения является упрощение конструкции и технологии изготовления колориметрического датчика. Датчик состоит из трех р-п-переходов, сформированных на одной полупроводниковой подложке: р<sup>++</sup> - слой 1, п<sup>+</sup> - слой 2, р - слой 3, ν - слой 4 с высоким удельным сопротивлением подложки, низкоомная п<sup>+</sup> - область 5, контактный р<sup>++</sup> - участок 6 с низким удельным

2

сопротивлением, пассивирующий слой 7 двуокиси кремния, металлизация 8 (подложки и слоев); р-п - переходы выполнены резкими и расположены один над другим вниз по толщине подложки, причем глубины залегания этих переходов  $h_1$ ,  $h_2$  и  $h_3$  удовлетворяют условиям:  $h_1 < a_c$ ;  $\min(3/a_c, 1/a_3) < h_2 < \max(3/a_c, 1/a_3)$ ;  $\min(3/a_3, 1/a_{кр}) < h_3 < \max(3/a_3, 1/a_{кр})$ , а толщина подложки  $h_4 > 3/a_{кр}$ , где  $a$  - коэффициент поглощения света в полупроводнике, индексы "с", "з" и "кр" соответствуют синему, зеленому и красному цветам. Уровни легирования слоев 1-4 убывают от поверхности в глубину. В высокоомных слоях 3 и 4, образующих нижний р-п переход, для получения омических контактов и обеспечения механической прочности пластины созданы низкоомные участки того же типа проводимости (изотипные переходы). Поверхность датчика покрыта пассивирующим слоем 7 двуокиси кремния. Металлизация 8 осуществляется пленкой алюминия. 1 ил.



(19) SU (11) 1689768 A1

Изобретение относится к колориметрии и может быть использовано при создании фотоэлектрических трехцветных колориметров.

Цель изобретения – упрощение конструкции и технологии изготовления датчика.

На чертеже представлена схема колориметрического датчика.

На чертеже указаны полупроводниковые слои с разными типами проводимости:  $p^{++}$  – слой 1,  $n^{+}$  – слой 2,  $p$  – слой 3, подложка 4  $n$  – типа проводимости ( $n$  – слой) с высоким удельным сопротивлением, низкоомный  $p^{+}$  – слой 5,  $p^{++}$  – участок 6 с низким удельным сопротивлением, а также пассивирующий слой 7 двуокиси кремния и металлизующие покрытия 8 подложки и полупроводниковых слоев, выполняющие как защитную функцию, так и роль омических контактов.

Датчик работает следующим образом.  $p$ - $n$ -переходы 1-3 смещаются в обратном направлении путем приложения соответственно напряжений  $V_3 = 30$  В,  $V_2 = 10$  В и  $V_1 = 2$  В. При этом области объемного заряда занимают соответствующие низкоомные области  $p$ - $n$ -переходов. На датчик подается анализируемое видимое излучение. Центральные длины волн синего, зеленого и красного цветов:  $\lambda_c = 0,45$  мкм,  $\lambda_z = 0,56$  мкм и  $\lambda_{кр} = 0,72$  мкм, а их обратные коэффициенты поглощения (глубины поглощения)  $1/\alpha_c = 0,40$  мкм,  $1/\alpha_z = 1,61$  мкм и  $1/\alpha_{кр} = 4,33$  мкм, а соответствующие величины:  $3/\alpha_c = 1,20$  мкм,  $3/\alpha_z = 4,83$  мкм и  $3/\alpha_{кр} = 13,0$  мкм. В этих условиях глубины  $p$ - $n$  переходов составят  $h_1 = 0,3$  мкм,  $h_2 = 1,4$  мкм и  $h_3 = 4,5$  мкм, а толщина  $n$ -области (глубина  $n$ - $p^{+}$ -перехода)  $h_4 = 15$  мкм.

В зависимости от спектрального состава видимого излучения будут изменяться фототоки трех  $p$ - $n$ -переходов. По соотношению между этими фототоками можно судить о цветовом составе анализируемого излучения.

Принцип действия датчика основан на дисперсии коэффициента поглощения света от длины волны излучения, т.е. его цвета. Верхние слои (слои) являются поглощающими фильтрами по отношению к нижним слоям (слою).  $p$ - $n$ -переходы смещаются каждый в своей цепи в обратном направлении так, что области пространственного заряда занимают для каждого из них (верхнего, среднего и нижнего) почти полностью соответственно слои 2-4. С этой целью уровни легирования соседних слоев  $p$ - $n$ -переходов отличаются более чем на порядок величины. Падающее видимое излучение поглощается

в датчике следующим образом: в основном синий цвет – в области 2, зеленый – в области 3, красный – в области 4. Образовавшиеся в них избыточные фотоносители заряда преобразуются в фототоки трех  $p$ - $n$ -переходов. По соотношению между этими фототоками можно судить о цветовом составе падающего на колориметрический датчик видимого излучения.

Пример. В качестве исходной структуры взята пластина обращенного кремния  $n/p^{+}$ , где удельное сопротивление  $n$ -слоя составляет  $2 \cdot 10^3$  Ом  $\cdot$  см ( $N_D = 1 \cdot 10^{12}$  см $^{-3}$ ), его толщина 15 мкм. Полная толщина пластины 350 – 400 мкм. Удельное сопротивление низкоомной подложки 0,001 Ом  $\cdot$  см ( $N_D = 1 \cdot 10^{19}$  см $^{-3}$ ). Далее на глубину  $h_3 = 4,5$  мкм проводится диффузия бора для создания  $p$ -слоя с  $P_s = 1,4 \cdot 10^4$  Ом/д ( $N_A = 2,0 \cdot 10^{14}$  см $^{-3}$ ). Для создания  $p^{+}$ -слоя с  $p = 2,1 \cdot 10^3$  Ом/д ( $N_D = 2 \cdot 10^{16}$  см $^{-3}$ ) проводится диффузия фосфора на глубину  $h_2 = 1,4$  мкм.  $p^{++}$ -область с  $P_s = 170$  Ом/д ( $N_A = 5 \cdot 10^{19}$  см $^{-3}$ ) получается путем легирования ионами бора на глубину  $h_1 = 0,3$  мкм с последующим импульсным фотонным отжигом. Для создания омических контактов к высокоомному  $p$ -слою применяется соответствующее подлегирование контактного участка этого слоя, проводимое одновременно с созданием  $p^{+}$ -области. Маскирующей пленкой служит слой двуокиси кремния толщиной 0,28 мкм. Последней операцией является металлизация пластины с обеих сторон алюминиевой пленкой толщиной 1,0 мкм.

Синий цвет не только в основном поглощается в области 2, но и проходит через нее и частично поглощается в областях 3 и 4. То же самое можно сказать о зеленом и красном свете, т.е. спектральные характеристики трех  $p$ - $n$ -переходов (фотодиодов) перекрываются. Однако их геометрия подобрана так, что это перекрытие незначительно и существенного влияния на распознавание цветового образа исследуемого объекта не оказывает. О цветовом составе падающего на колориметрический датчик светового потока судят по соотношению выходных фототоков каждого из  $p$ - $n$ -переходов. Предварительно необходимо прокалибровать датчик с помощью эталонного объекта, например белой бумаги. Три выходных фототока могут быть усилены, причем коэффициенты усиления подбираются так, чтобы в случае белой бумаги выходные фототоки (напряжение) были одинаковы. При изменении цветового состава падающего излучения вне зависимо-

сти от его интенсивности соотношение между выходными фототоками колориметрического датчика изменится в соответствии с его назначением. Если анализируемый пучок имеет только один спектральный диапазон, лежащий, например, в синей области спектра, то датчик показывает наличие и других спектральных компонентов. Однако эти компоненты, т.е. фототоки среднего и нижнего р-п-переходов, незначительны, а соотношение между всеми тремя фототоками трех р-п-переходов строго адекватно спектральному составу (синему цвету).

Вещество, которым проводится легирование слоев, является существенным с той точки зрения, что это должен быть мелкий донор или акцептор, а выбор самой мелкой примеси не является существенным. Например, для создания  $p^{++}(1)$  и  $p(3)$  слоев применяется мелкая акцепторная примесь — бор, алюминий; для создания  $n^{+}(2)$  и  $n(4)$  слоев — мелкая донорная примесь — фосфор, сурьма, мышьяк. С другой стороны, область  $p^{++}$ -типа (1) с высоким уровнем легирования может быть без ущерба заменена либо прозрачным металлическим барьером Шоттки (например, золотой электрод толщиной 50–200 Å), либо гетеропереходом (например,  $SnO_2-Si$ ). При этом верхний р-п-переход сохраняется и сущность работы от этого не изменяется, а лишь изменяется способ создания фронтальной области (эмиттера) верхнего р-п-перехода.

### Формула изобретения

Колориметрический датчик, выполненный в виде полупроводниковой подложки, включающей три полупроводниковые области с р-п-переходами, и металлических электродов, отличающийся тем, что, с целью упрощения конструкции и технологии изготовления, р-п-переходы расположены один под другим в полупроводниковой подложке, причем глубины  $h_1, h_2$  и  $h_3$  залегания первого, второго и третьего р-п-переходов относительно поверхности подложки удовлетворяют условиям

$$h_1 < \alpha_c^{-1}; \min(3\alpha_c^{-1}, \alpha_3^{-1}) < h_2 < \max(3\alpha_c^{-1}, \alpha_3^{-1}); \min(3\alpha_3^{-1}, \alpha_{кр}^{-1}) < h_3 < \max(3\alpha_3^{-1}, \alpha_{кр}^{-1}),$$

а толщина подложки  $h_4 > 3\alpha_{кр}^{-1}$ , где  $\alpha_c, \alpha_3$  и  $\alpha_{кр}$  — соответственно коэффициенты поглощения излучения синего, зеленого и красного цветов в подложке, при этом р-п-переходы выполнены с концентрациями легирующих примесей соседних областей, отличающимися друг от друга более чем на порядок величины и убывающими от поверхности подложки, металлические электроды расположены на областях, образующих первый р-п-переход, а в областях, образующих третий р-п-переход, созданы низкоомные участки тех же типов проводимости, на которых расположены металлические электроды.

Редактор А.Козориз

Составитель В.Варнавский  
Техред М.Моргентал

Корректор Т.Малец

Заказ 3805

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101